JAXA's

［ジャクサス］ October 2013
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.052

特集
コマンダー
若田宇宙飛行士
宇宙へ

日本の技術と和の力で最大の成果をつかむ
若田光一宇宙飛行士インタビュー

長期滞在を目指す日々、
それぞれの手ごたえ
油井、大西宇宙飛行士インタビュー

アジアの環境問題解決の切り札
「SAFE」プロジェクト

宇宙ステーション補給機
「こうのとり」4連覇達成

「国際航空研究フォーラム」のチャレンジ

人類とウイルスの総力戦
タンパク質結晶生成実験 in cosmo

JAXA's No.052
宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

表紙／イプシロンロケット打ち上げの様子

INTRODUCTION

9月14日14時に、イプシロンロケットが内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられました。打ち上げ延期以降、原因究明と特別点検をチーム一丸となって行ってきましたが、革新的な打ち上げシステムを持つロケット誕生の瞬間を、ようやくお届けすることができました。皆さまのご声援、本当にありがとうございました。イプシロンロケットに続き、11月からは若田宇宙飛行士の国際宇宙ステーション（ISS）長期滞在が始まります。日本人初のコマンダー（船長）として、高いレベルでのミッションの実施、クルーの安全やISSの保護に務めるなど、その仕事は多岐にわたります。「日本の素晴らしい技術に支えられ、最大の成果を出すことが任務」と話す若田宇宙飛行士の、打ち上げ直前インタビューをお届けします。宇宙実験などISSの利用を通じて得られた成果は、私たちの暮らしにどのように生かされているのでしょうか。宇宙で作られたタンパク質結晶を解析しインフルエンザ薬の開発を目指す取り組みと、宇宙服の技術を使った消防用冷却下着の開発についてご紹介します。本誌裏面には、JAXAシンポジウムのインターネットライブ中継のお知らせを掲載。創立10周年を迎え、新たな使命の下で歩みを進める私たちの決意を、1人でも多くの皆さまにご覧いただきたいと思います。

若田宇宙飛行士、国際宇宙ステーション長期滞在へ
日本の技術と和の力で最大の成果をつかむ

ジョンソン宇宙センターにある国際宇宙ステーションの実物大の訓練施設で、船外活動ユニットのフィットチェック

長期滞在ミッションロゴ
高校時代野球部に所属し、甲子園を目指して練習に励んだことにちなみ、野球のボールをモチーフに、「お互いに支え合い、個を磨きながら共通の目標に向かう」というチームワークの精神を表現している。「和」という言葉には、日本人初、アジア人初のコマンダーとしてミッションをまとめることへの期待が込められている

上:若田宇宙飛行士（左）と共に長期滞在ミッションに参加するミハイル・チューリン（中央）、リチャード・マストラキオ（右）宇宙飛行士
下:ISSのモックアップで行われた緊急事態の訓練。火災、急減圧、空気汚染を想定して行われ、クルー全員で協力しながら対処に当たり、手順の理解やチームワークを深めた

2013年11月、日本人初のコマンダーとして、若田光一宇宙飛行士の国際宇宙ステーション（ISS）長期滞在ミッションが始まります。栽培技術の向上につながる植物実験や自ら被験者となる医学実験について、体に覚え込ませたという緊急時の指揮について、ISS利用の成果を暮らしや産業にどう生かしていくかについて、若田宇宙飛行士のチャレンジをご紹介します。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

画像:JAXA/NASA

緊急時に問われるコマンダーとしての力量

——今回のISS長期滞在に関して『JAXA's』では2012年7月号で取材をしました。その後の訓練の状況について紹介してください。

若田　ヒューストン、モスクワの星の街、ドイツのケルン、日本の有人宇宙活動の拠点である筑波宇宙センターなどで、一緒に飛ぶ各国の仲間とともに訓練を行ってきました。13年5月には第36次／第37次長期滞在クルーがソユーズで打ち上がりました。私たち第38次／第39次長期滞在クルーは、このクルーのバックアップ要員でしたから、モスクワ郊外のガガーリン宇宙飛行士訓練センターで彼らが受けるのと同じISS滞在およびソユーズ搭乗の最終試験を受けて無事にパスし、バックアップの任務を終了しました。現在は打ち上げに向けた最終的な訓練に入っています。

コマンダーとしてさまざまな訓練を積んできましたが、その中で非常に重要なのが緊急時の対応訓練でした。これはクルー6人全員で行うものと、ソユーズに一緒に搭乗する3人で行うものと両方のケースがありました。ISSの長期滞在クルーは3人ずつ交代します。ですから6人での緊急時対応の訓練も、私たちのソユーズがISSに到着する前から滞在している3人の仲間と私たちのソユーズクルー3人で一緒に行うもの、そして、私がコマンダーを担当する期間の6人の訓練も行いました。これらのシナリオに加え、私がコマンダーを担当する、ISSに3人が滞在している期間を想定したケースの訓練もあり、私にとってリーダーシップの力量が問われる重要な訓練でした。

——緊急時の対応について説明してください。

若田　コマンダーはまず第一にクルー全員の生命の安全を確保し、同時にISSの各モジュールやシステムの運用機能を維持継続していくことに配慮しなければなりません。緊急時の対応の仕方は手順書でカバーされていますが、いろいろなケースがあるのでかなり複雑です。

ISS内の与圧された空間がどんなものかというと、バスが7台も8台も連なっている状態を思い浮かべていただくとよいと思います。ISSの軸になるモジュールの部分は一直線になっていますから、誰がどこにいるか、だいたい見えます。しかし「きぼう」や「コロンバス」、「トランクウィリティー」、「クエスト」といった横に取りつけてあるモジュールの中にクルーが入ると、他のモジュールからはほとんど見えない。朝食後にみんなが実験などの作業を始めてしまうと、お昼まで顔を合わせない仲間もいます。緊急事態にも適切に対応するため、常にクルー全員がどこにいるかを把握していなければいけません。

例えばISSシステムの冷却用のアンモニアが船内に漏れたりした場合は、瞬時にハッチを閉めなければいけないのですが、ハッチを閉めるときに、向こう側に仲間がいたら大変です。もしかしたら意識を失っている可能性もありますから。コマンダーには、緊急事態のさまざまな想定しにくい状況に直面しても、限られた時間の中で臨機応変に適切な判断を行い、クルーの安全を確保していく能力が求められます。ISS参加各国での訓練を通じて貴重なリーダーシップの経験をさせていただいています。

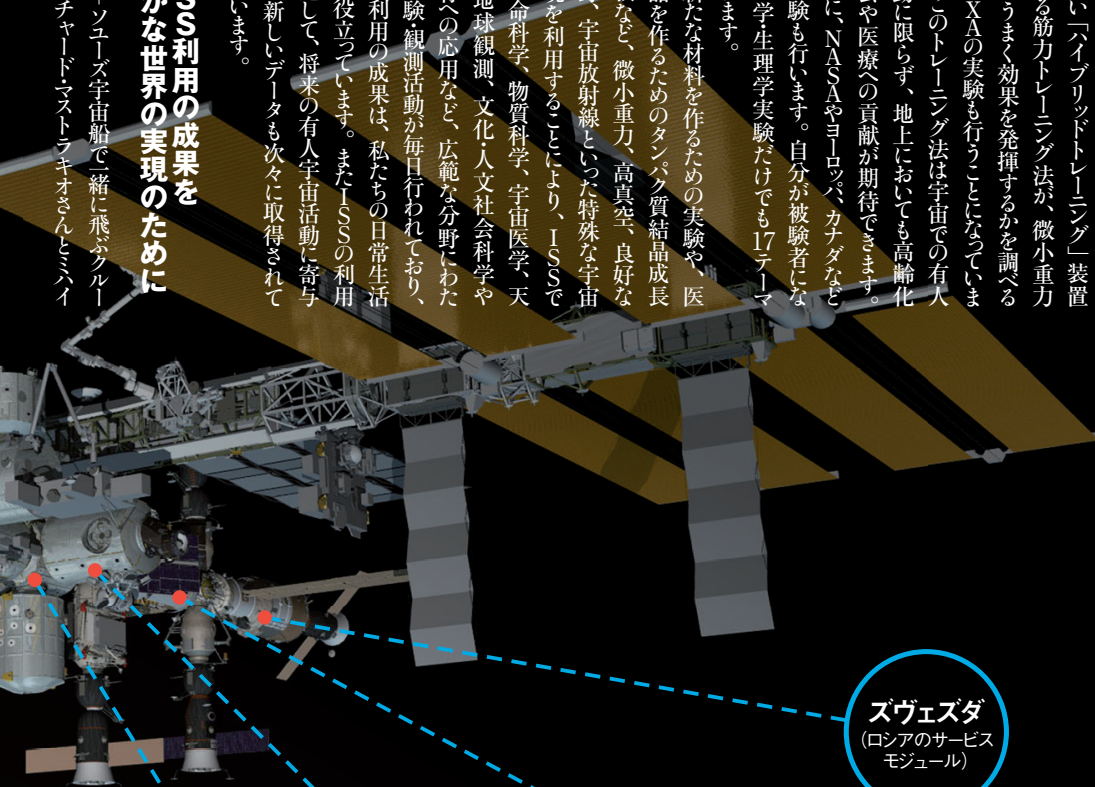
——長期滞在中にどのような宇宙実験を行いますか。

若田　例えばJAXAの実験の一例として、植物が重力を感じて反応する仕組みを探り、地球上、そして宇宙での効率的な植物生育にも寄与するデータを取得する実験や、氷の結晶をコントロールするタンパク質の秘密に迫り、結晶成長メカニズムを解明し、おいしい冷凍食品の開発や臓器を低温で凍らせずに保存する臓器移植技術の開発へも寄与する実験があります。

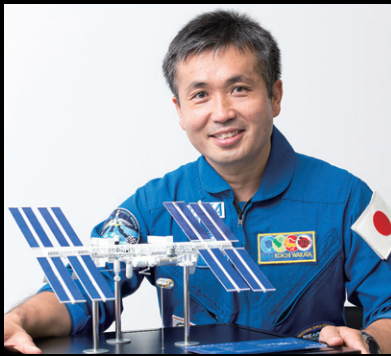
また、電気刺激を利用した運動効率のよい「ハイブリッドトレーニング」装置による筋力トレーニング法が、微小重力下でうまく効果を発揮するかを調べるJAXAの実験も行うことになっています。このトレーニング法は宇宙での有人活動に限らず、地上においても高齢化社会や医療への貢献が期待できます。さらに、NASAやヨーロッパ、カナダなどの実験も行います。自分が被験者になる医学・生理学実験だけでも17テーマあります。

新たな材料を作るための実験や、医薬品を作るためのタンパク質結晶成長実験など、微小重力、高真空、良好な視野、宇宙放射線といった特殊な宇宙環境を利用することにより、ISSでは生命科学、物質科学、宇宙医学、天体・地球観測、文化・人文社会科学や教育への応用など、広範な分野にわたる実験・観測活動が毎日行われており、その利用の成果は、私たちの日常生活にも役立っています。またISSの利用を通して、将来の有人宇宙活動に寄与する新しいデータも次々に取得されてきています。

ISS利用の成果を豊かな世界の実現のために

——ソユーズ宇宙船で一緒に飛ぶクルーのリチャード・マストラキオさんとミハイ

若田宇宙飛行士の仕事場は地上約400km上空に浮かぶ 国際宇宙ステーション

国際宇宙ステーションは、いくつものモジュールの複合体だ。軸となるのは、ハーモニー(第2結合部)、デスティニー(米国実験棟)、ユニティ(第1結合部)、ザーリャ(基本機能モジュール)、ズヴェズダ(ロシアのサービスモジュール)だ。ハーモニーの左舷側には「きぼう」日本実験棟が、右舷側には「コロンバス」(欧州実験棟)が結合している。「こうのとり」や「ドラゴン」などはハーモニーの地球側に結合する。ユニティの左舷側には「トランクウィリティー」(第3結合部)が、右舷側には「クエスト」(エアロック)が、地球側にはPMM(恒久的多目的モジュール)が結合している。若田宇宙飛行士が滞在中に、ズヴェズダの地球側にMLM(多目的実験モジュール)が結合する予定になっている。

画像:JAXA/NASA

若田光一

WAKATA Koichi

1996年、スペースシャトル「エンデバー号」に、日本人初のミッションスペシャリストとして搭乗。2000年のSTS-92ミッションではISSの建設に参加。2006年、米国海洋大気局の海底研究施設における第10回NASA極限環境ミッション運用（NEEMO）のコマンダーを担当。2009年に日本人で初めてISS長期滞在飛行を実施し、「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォームを取り付け、「きぼう」を完成に導いた。2010年、NASA宇宙飛行士室のISS運用ブランチチーフに就任。2011年2月にISS第38次／第39次長期滞在クルーに任命。第38次長期滞在ではフライトエンジニアを、第39次長期滞在ではコマンダーを務める。

ル・チューリンさんについて紹介してください。

若田　私はNASAの1992年の宇宙飛行士クラスで訓練を受けましたが、マストラキオさんはそのときエンジニアとして宇宙飛行士室で仕事をしていました。92年夏に私がNASAジョンソン宇宙センターでの訓練を始める前に、センター各施設の見学の案内をしてくれたのがマストラキオさんだったのです。彼は96年に宇宙飛行士候補者として採用され、それ以来3回スペースシャトルで飛行し、船外活動も6回経験しています。今回ソユーズに搭乗するときは、ソユーズ宇宙船のチューリン船長を補佐するフライトエンジニアも担当する、非常に優れた宇宙飛行士です。

チューリンさんもベテランですね。長期滞在は2回経験していて、前回は7カ月もISSに滞在していたんです。ソユーズの操縦も落ち着いてこなし、いろいろな不具合にも冷静に対処し、非常に難しい手動ドッキングなども焦らず正確に行います。

――若田さんを含め、3人ともベテランの宇宙飛行士ですが、一方では2009年の宇宙飛行士クラスの、日本でいうと油井さん、大西さん、金井さんが長期滞在を目指します。

若田　そうなんです。私が今回ISS滞在中に一緒に仕事をする仲間の1人、マイケル・ホプキンスさんは、彼ら3人と同期の宇宙飛行士です。油井さん、大西さん、金井さんは非常に優秀で、いつでも宇宙に行ける準備ができています。15年に長期滞在する油井さんは航空自衛隊のテストパイロット出身で、運用センスにも優れている。アメリカ、ロシアの宇宙飛行士たちからも高い信頼を得ています。ソユーズに搭乗するときはフライトエンジニアとして船長の補佐も担当。パイロットとしての資質を生かせる機会だと思いますし、ぜひ頑張ってもらいたいですね。

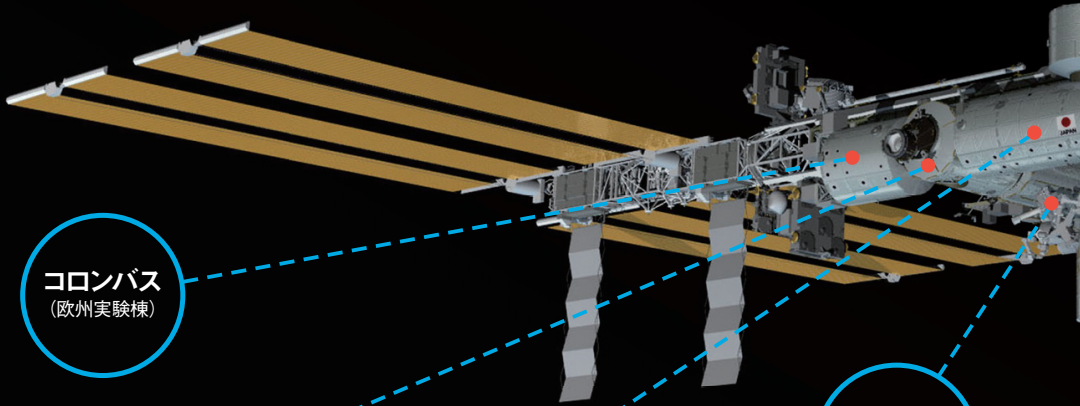
――日本はISS計画をどのように進めていくべきだと考えますか。

若田　「きぼう」や「こうのとり」で培った技術、人材、ノウハウを生かし、宇宙開発という分野で日本がより主体的に役割を果たしていけるよう、得意なところを伸ばしていくことが重要ではないかと思います。「こうのとり」のランデブー技術や、「きぼう」のロボティクス技術、「きぼう」、「こうのとり」の開発・運用を通して確立した安全性・信頼性管理技術、ISS各モジュールで使われているカメラなどの技術は、世界的にみても他の国ではなかなか真似ができない誇るべき高い水準の技術です。そういった技術があるから国際協力もできるし、その分野の技術をさらに高めることができる。ひいては人類みんながISSの成果を享受できることにつながっていくと思うのです。

ISS計画に参加することで、日本にはさまざまな技術やノウハウが蓄積され、人材が育ってきました。技術力は日本の国力といえるでしょう。ISSの運用を成功させ、地球低軌道以遠への国際協力による有人宇宙活動においても、科学技術立国としての日本がより主体的な役割を果たして貢献していくべき目標を掲げ、技術とそれを生み出し進化させていく人材の能力を高めていくことが必要だと思います。

有人宇宙飛行の究極の目的は「人類が『種』として存続するための危機管理」だと思います。地球環境の大変動を起こしうる大隕石衝突を避ける取り組みなどもその中に含まれるでしょう。有人宇宙技術は人類の存続する限り避けて通ることができない根幹技術であり、その技術開発を通して世界に貢献することは日本を含めた科学技術立国の使命だと思います。日本はそれができる国であり、宇宙開発を通して豊かな社会の実現や世界平和につながる貢献をこれからも継続していけることを期待しています。

――最後に、2回目の長期滞在への抱負を。

若田　今回の半年間の長期滞在の後半は、コマンダーを担当させていただくことになりました。これは私1人でできたことではなくて、宇宙開発、特に有人宇宙開発において、日本がやってきたことが世界に認められ、信頼されていることの裏付けに他ならないと思います。日本の素晴らしい技術に支えられて仕事ができることを、本当に光栄に思います。ISSコマンダーの任務を通して日本への期待や信頼感がより高められるよう、また、ISSという素晴らしい実験施設の利用の成果を最大限出していけるように、任務を全うしたいと思います。

日本初の有人宇宙施設「きぼう」日本実験棟は、直径4.4m、長さ11.2mで大型バスがすっぽり入る大きさ。「船内実験室」では微小重力を利用した実験が行われ、「船外実験プラットフォーム」では宇宙曝露環境を利用して天体や地球の観測などが行われている。画像は「きぼう」の内部と（上）、作業中の若田宇宙飛行士（下・2009年長期滞在時）

INTERVIEW

◆誌面で紹介しきれなかったインタビューを「JAXA'S+（ジャクサスプラス）」ウェブサイトで公開中。
→ http://www.jaxa.jp/pr/jaxas/

日々、それぞれの手ごたえ

INTERVIEW

「レフトシーターの経験が、日本の有人宇宙船開発に生きると信じて」

油井亀美也 宇宙飛行士

——現在の訓練状況についてお話しください。

油井 ロシアでの訓練が本格的に始まりました。私はソユーズ宇宙船の打ち上げ時に左側の席に座ります。このレフトシーターというのは船長をサポートする役目なので、たくさんの訓練が組まれています。今は飛行の理論やソユーズ宇宙船のシステムの勉強をしています。全部ロシア語なので大変ですが、楽しんでいます。

——レフトシーターとしてどのような訓練を行うのでしょうか。

油井 生命維持システムや航法システムなど、基本的なシステムの訓練をしています。まず手順書があって、この部分は船長の仕事、この部分はサポートする人の仕事と分かれているものもあれば、協力しながら行う部分もあります。レフトシーターは非常に重要な仕事で、訓練時間は船長とほぼ同じです。シミュレータを使った実際の訓練も行っていますが、システムの訓練はまず講義から入るんです。いきなり数式を見せられるところから始まることもあり、昔勉強した数学や物理を思い出しながらやっています。テストは口頭試問なのですが、エンジニアや教官から非常に細かいところまで突っ込まれるので、合格できるようにしっかり準備をするのは大変です。長い時は1日16時間も勉強することもありますが、ここでしっかりやっておくと今後シミュレータの訓練が増えた時に楽になります。

ガガーリン宇宙飛行士訓練センターで行われたシミュレータを使ったソユーズ宇宙船の操作訓練

——ソユーズ宇宙船の印象について。

油井 バックアップのシステムもしっかりしていますし、アナログとデジタルの両方の系統があって、それが何重にもなっている。簡単なシステムですがしっかり働くようにできているという感じで、安心して乗れそうだと思いますね。

——コックピットのインターフェイスも良くなっていますね。

油井 そうですね。カーソルを動かしながらコマンドを送りますが、それが壊れた時にはボタンで最低限のコマンドが送れますし、デジタル・コンピュータが壊れたとしても、アナログ・コンピュータがあるので大丈夫です。

YUI Kimiya
1992年に航空自衛隊に入隊し
テストパイロットとして活躍。2009年JAXAに入社。
ISS搭乗宇宙飛行士候補者基礎訓練を修了し、
11年7月にISS搭乗宇宙飛行士として認定。
12年10月にISS第44次／第45次長期滞在クルーの
フライトエンジニアに任命される。

——2013年5月に若田宇宙飛行士がバックアップを務めるクルーの打ち上げがあり、バイコヌール宇宙基地に行きましたが、ソユーズの射場についてはどんな印象を。

油井 本当に素晴らしいですね。人工衛星の打ち上げや有人飛行がここから始まったと考えると、全てに歴史を感じました。打ち上げも感動しました。知っている仲間が乗っていると思うだけでも、強烈な印象でした。

——いずれ自分も乗るわけですね。

油井 そのために訓練をやっているんだと思えば、どんなに厳しくても大したことはありません。15年の打ち上げまでの訓練期間のうち、ロシアでの訓練は1年以上になると思いますが、実際にソユーズ宇宙船に乗っているのは1日くらいしかないんです。その1日のために訓練している。そのためにこれだけの訓練をするのかと驚かれるかもしれませんが、私はその先を見たいのです。今、レフトシーターの訓練に取り組んでいることが、日本が将来有人宇宙船を自分たちで作るようになった時に絶対生きるはずだと。

——ISS滞在中に取り組んでみたいことは。

油井 私は、日本がアジアの国々と一緒に宇宙開発を進めていってほしいと考えています。ですから、アジア諸国に「きぼう」日本実験棟をもっと使ってほしい。私がアジアの人々を代表して宇宙で実験をしたり、広報イベントをアジアの子どもたちと一緒に開催したり、そうすることでアジアの国々との関係がより良くなればと思っています。

また、私の家は農家だったので、植物や動物を育てることに興味があります。材料実験もやってみたい。新材料はものづくりに直結しているので、すぐに生かせるような成果が出てくるのではないかと思っています。

半年間宇宙に行くのですから、欲張りですが、レフトシーターの仕事も、船外活動も、ロボットアームの操作も、さまざまな経験を積みたいですね。宇宙での私の経験を、日本の有人宇宙開発に生かしていきたいと考えています。

6月18日から21日にかけて、モスクワ郊外の施設で水上サバイバル訓練を実施。ソユーズ宇宙船が海などの水上に不時着したことを想定して行われ、救助隊が来るまでの間、生存するためのサバイバル技術を学んだ

画像:JAXA/GCTC

若田宇宙飛行士に続け！

長期滞在を目指す

「そこまでやるかという限界までチャレンジ。苦労から得たものは大きい」

大西卓哉 宇宙飛行士

――2011年にISS搭乗宇宙飛行士として認定された後、どのような訓練を行ってきましたか。

大西　ISS長期滞在に必要な訓練をずっと続けてきましたが、長期滞在のための資格をほぼ身に付けたというのが現状です。ISSのロボットアームの訓練を例に挙げると、まず、ロボットアームを開発したカナダで訓練を受け、その後ヒューストンでロボットアームのスペシャリストの訓練に入りました。

訓練には船外活動の支援と、「こうのとり」や「ドラゴン」などの宇宙船のキャプチャという2本の柱があります。シミュレータは難易度の設定ができ、「優しい」「普通」「難しい」「とても難しい」といったモードがあるんです。「とても難しい」モードの場合は、「こうのとり」が設計要求を超えるレートで動いているのをつかまえなければならないのでとにかく難しい。そこまでやる必要はないのかもしれませんが、クリアできるに越したことはありません。訓練以外の時間にも、空いているシミュレータを使ってずいぶん練習しましたね。

――筑波宇宙センターでは「きぼう」ロボットアームの訓練がありましたね。

大西　「きぼう」のロボットアームは、ISSのロボットアームからするとシンプルで、手順書が作り込まれているので、それに従ってやっていけばちゃんとできる。よく設計されていると思います。

――「きぼう」のモジュール自体についてはどんな印象を持ちましたか。

大西　日本ならではのきめ細かさが感じられるし、地上からの操作でほとんど対応できるようになっているところもすごいと思いました。〝ここまでしてもらえれば、後は地上から操作できる〟というのがほとんどで、宇宙飛行士に対する依存度が低くなっているのです。各実験ラックでどういう実験を行うかも教わりました。なぜ無重力の環境を利用して実験をするか、という基本から勉強したのでとても面白かったですね。

上：ロボットアームのシミュレータでの操作訓練。左手で握っているのが、アームを3次元空間で前後左右上下に移動させるコントローラー
下：4月20日に開催された筑波宇宙センター特別公開で、会場からの質問に答える

ONISHI Takuya

1998年4月全日本空輸株式会社入社。運航本部に所属。2009年JAXAに入社。ISS搭乗宇宙飛行士候補者基礎訓練を修了し、11年7月にISS搭乗宇宙飛行士として認定。

――大西さんは講演などの広報活動も行っていますが、将来宇宙飛行士になりたいという子どもたちには、どんなアドバイスをしていますか。

大西　自分がやりたいことだけでなく、好きじゃないことも一生懸命やってくださいと、伝えるようにしています。例えば、ロボットアームの訓練は私の前職のパイロットの仕事と似ているので好きですし、うまくできる自信もあるので、やっていて楽しい。一方、CAPCOMの訓練ではとても苦労しているのですが、そこで学んでいることは、はるかに大きいのです。そういうところから逃げては駄目で、本当に一生懸命やったものは、大変だけれどもその分得るものも大きいと感じています。

――CAPCOMの訓練について具体的に説明してください。

大西　CAPCOMはISSと交信する地上担当者のことです。軌道上のクルーに伝える情報は、地上で話している情報の本当に一握りなんです。地上では膨大な情報が何チャンネルもで同時に話されています。それを聞きながら、クルーに必要な情報を自分なりにピックアップしておく必要があります。そうでないと、フライトディレクターから「ここだけ絞ってクルーに伝えるように」と指示されても、すぐに伝えられません。日本語だったらスムーズにできると思うのですが、どうしてもノンネイティブ・スピーカーというハンデがあるので、大変苦労しました。CAPCOMの席に座る前に、手順書は全部読み込んでおかないといけません。でも、それがとても勉強になるんです。CAPCOMの仕事は、自分がISSに行ったときにとても役に立つ貴重な時間だと思っています。

――今後の抱負を聞かせてください。

大西　もちろん長期滞在クルーに指名されることが目標ですが、指名されるまでの時間をどう有効に使うかが、自分の宇宙飛行士としてのスキルに大きく影響すると思っています。「待つのは大変じゃないですか」と言われる方もいますが、自分の中では「待つ」というのではなく、今の時間を有効に使って、これからも積極的に取り組んでいきたいと思っています。

宇宙飛行士に求められるリーダシップスキルの向上を目指し、米国空軍大学が実施する訓練に参加
画像:U.S. Air Force photo /Donna Burnett

衛星データで守る、導く
アジアの環境問題解決の切り札
「SAFE」プロジェクト

気候変動や人間活動によって、干ばつや洪水、森林減少などがアジア各国で発生しています。これらの被害を監視・軽減するため、JAXAでは衛星データを利用した課題解決型プロジェクト「SAFE(Space Application for Environment)」を進めています。JAXA、現地機関、専門機関が連携した取り組みにより、どのような成果が生まれているのかご紹介します。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

福田 徹
FUKUDA Toru
地球観測研究センター
センター長

貫井智之
NUKUI Tomoyuki
同センター　主任開発員

――SAFEとはどのようなプロジェクトなのでしょう。

福田　JAXAはアジア太平洋地域の宇宙機関が集まるAPRSAFで中心的な役割を担ってきました。この活動の中で、JAXAが提案した大規模災害時の緊急対応「センチネルアジア」に取り組んできましたが、アジア諸国の方々から話を聞いていると、やはり環境問題に関するニーズもかなりあったのです。気候変動による海面上昇、洪水、干ばつなどで大きな被害が出る可能性があるし、森林や生態系も影響を受ける。そこで、宇宙技術による環境問題の解決に取り組もうということになりました。こうしてJAXAが提案して動き始めたのがSAFEなのです。

スリランカでのステークホルダーミーティングの様子

――具体的な活動内容について。

福田　アジア諸国が直面している切実な環境問題に対して、宇宙技術がうまく応えられるような事例を作っていこうということになりました。そのような事例を私たちは「プロトタイプ」と呼んでいますが、実施期間を2年とし、その間に成果を出せるようなテーマを選んで進めていくことにし、2008年にスタートしました。2年間は研究期間としては短いですが、その分、目的が絞られ明確になります。

――現在、いくつのプロトタイプが進んでいますか。

貫井　8件が進行中です。すでに完了したものは10件あります。

――これからも各国からプロトタイプの提案が挙がってくるでしょうか。

貫井　ようやくSAFEの認知度も上がってきました。提案の件数も年々増える傾向にあります。

――各プロトタイプではどのような衛星が活躍していますか。

福田　JAXAは12年に第一期水循環変動観測衛星「しずく」を打ち上げましたが、それ以前から熱帯降雨観測衛星「TRMM」で観測を続けているので、雨の観測については強いと思います。地球観測研究センターではGSMaPという世界の雨分布速報を公開しています。雨の計測では非常に強みがありますので、アジアの国々の水管理に貢献できると思っています。それからの陸域観測技術衛星「だいち」のLバンドの合成開口レーダです。森林の観測に適していますし、水田も見ることができるので、稲作の状況も分かります。

貫井　東南アジアは雲が多いので、雲を透過してモニタリングできるLバンドのレーダが利用される機会は増えてくるのではないでしょうか。

――そうすると、まもなく打ち上げになる全球降水観測計画／二周波降水レーダ「GPM／DPR」や「だいち2」はかなり期待されているのでしょうね。

貫井　非常に期待されています。まさにJAXAの強いところをさらに強めることになりますから。

――新宇宙基本計画の中でJAXAには新しい役割、すなわち「政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関」という役割が定められています。宇宙利用の促進・拡大をこれからどう進めていくかが今問われているわけですが、SAFEの取り組みを通して、JAXAはその準備をしてきたともいえますね。

福田　そう思っています。SAFEの成果が次第に挙がってきており、ベースとなる活動はできてきた。JAXAとしてこの成果をいかにアジア諸国

に定着させていくかが、これからの課題だと思います。

1つ1つのプロトタイプは限られたテーマを対象に進められるわけですが、成果をそこだけで終わらせるのではなく、その成果を広める活動に力を入れています。年2回のワークショップを開催したり、APRSAFの地球観測ワーキンググループにも参加しています。またステークホルダーミーティングといって、プロトタイプを実施した現業機関や大学、研究機関だけでなく、その成果を使うことになる現地の行政機関や関係機関にも成果を紹介し、実際の活動につなげる活動をしています。得られたデータを使いこなしていくのは現地の現業機関ですから、よいフォーメーションを作らないといけません。遠回りなのですが、それをやっていかないと衛星のデータは使われませんから。

貫井　成果を出した後、それを継続させるための工程が大事です。これからもいろいろな方法を検討していきたいと思います。

――今後のJAXAの役割ですが、アジア諸国に単に衛星データを提供するだけでなく、それが現地で使われるようにソフト面でも貢献することが求められますね。

福田　その通りです。JAXAの衛星データを現地に応用するにはデータ解析だけでなく、モデルの計算なども必要になってきます。SAFEでは各大学の先生方に協力していただき、その原型を示せたと思っています。専門的な研究についても日本は強いですし、世界のトップクラスの研究をされている先生方も多いですから、JAXAとしては日本の科学コミュニティとの連携を強化し、宇宙技術をアジアの国々で利用できるように努力していきたいと思います。

CASE1 スリランカ

海浜変形侵食の全容を把握し保全する

田島芳満
TAJIMA Yoshimitsu
東京大学
工学系研究科
社会基盤学専攻 教授

私の専門は海岸工学です。特に沿岸域の防災や減災を扱っており、データの少ない途上国での海浜変形のモニタリングは重要な研究テーマの1つとなっています。

スリランカ西海岸では、北部で遅れていた開発が活発化する一方、南部では深刻な海岸侵食が進んでおり、北部沿岸域開発への影響が懸念されています。しかしながらスリランカでは沿岸域のモニタリングが不十分でした。そこでスリランカ沿岸保護局は、衛星データを使って沿岸域のモニタリングを行うというプロポーザルをSAFEに提出し、採択されました。2009～11年に行われたこのSAFEのプロジェクトに、私はテクニカル・サポーターとして参加しました。

沿岸域のモニタリングには、光学センサの画像も使いましたが、汀線位置の季節や潮汐による短期的な変動と、長期的な侵食や堆積に伴う変化とを分離するためには、汀線位置を高頻度に抽出して比較する必要があります。その点で、「だいち」の合成開口レーダPALSARは雲の影響を受けずに観測できるので、大いに役立ちました。また、現地で採取した砂を「熱ルミネッセンス法」という方法で分析し、西海岸で砂がどのように移動しているかも調べました。

以上の分析から、スリランカの西海岸では、南西モンスーンによって南から北へ砂が移動していること、その主な供給源はコロンボの南のカル川であること、コロンボ港における大規模な防波堤の建設により、それ以北への砂の供給が遮断され、慢性的な侵食傾向が見られることなどが分かりました。また、さらに数値モデルによる再現・予測解析を通じて、開発の進む北部カルピティヤ周辺では今後50～100年で南部の侵食による影響が波及する可能性があることが明らかとなりました。

こうした成果は、スリランカにおける海岸保全法の改正（11年）に直接生かされ、また沿岸保護局が自立的にモニタリングや沿岸域開発の評価を行うために必要な技術の伝承にもつながるなど、日本の技術をアジアの課題解決に役立てることができ、私にとって非常にやりがいのある仕事になりました。

陸域観測技術衛星「だいち」のPALSAR画像から抽出したスリランカ西海岸のカルピティヤ周辺の海岸線位置の比較。土砂の堆積域の北側で侵食傾向が見られる

CASE2 インドネシア

干ばつを予測し農業を守る

竹内 渉
TAKEUCHI Wataru
東京大学 生産技術研究所
大学院工学系研究科
社会基盤学専攻 准教授

リモートセンシングが専門で、主に環境や災害に関する研究をしています。インドネシアではLAPAN（インドネシア航空宇宙研究所）と一緒に、森林火災によって乾燥地になった地域を地図化するプロジェクトを行っていましたが、その担当者がSAFEで干ばつを予測するプロジェクトを始めることになり、私も参加しました。

アジアでは洪水による被害が大きな問題になっていますが、インドネシアでは干ばつによる被害も大きいのです。インドネシアの稲作地帯では灌漑施設が整備されていません。森林を伐採して農地にした場所も多く、天水に頼っているところが全体の約7割を占める状況です。そのため、干ばつが起こると稲作は大きなダメージを受けます。

LAPANでは衛星データを使って干ばつを予測できないかと考えました。それが分かれば農家の人たちがいつ稲を育てたらいいかが分かるからです。LAPANのデータを実際に現場で使ってもらうため、SAFEプロトタイプではICALRD（インドネシア農業省）も参加し、2010～12年に行われました。

プロトタイプではジャワ島を対象地域としました。LAPANではすでにいくつかの衛星データを利用して降水量や植生分布を示す地図を作成していました。しかし、雨が降らなくなっても植物はしばらく生きていますから、LAPANが作成したデータは干ばつの状況を現すものではありませんでした。そこで私たちは、植物の状態を示す指数を用い、干ばつが起こっているかどうかを知ることのできる指標を導入しました。この指標を使って過去の推移を見ると、ジャワ島の干ばつはエルニーニョが発生したときに起こることが明らかになりました。こうした過去の傾向を科学的に理解することで、これから起こる干ばつを予測することができるようになりました。

衛星データが実際に現地で使われるためには、いろいろな関係機関の人に理解してもらう必要があります。その意味では、関係者が集まって話し合うSAFEのステークホルダーミーティングは大事な役割を持っていると思います。

熱帯降雨観測衛星「TRMM」が観測したインドネシアのジャワ島の2009年11月（上）と2010年9月（下）の標準降雨指数。2009年はエルニーニョの影響を受け、雨が降らない地域（赤色部分）が多くなっている。2010年はラニーニャの影響を受け、全域で雨が降っている。（水色部分）

宇宙ステーション補給機「こうのとり」4連覇達成

国際宇宙ステーション（ISS）に補給物資を届けた「こうのとり」4号機は、2013年9月7日、大気圏に突入しミッションを完了した。09年の技術実証機以来、1年〜1年半に1度の頻度で打ち上げを行っており、今回は4度目の成功となる。水や食料品をはじめ、「きぼう」日本実験棟から放出する超小型衛星4基、再突入データ収集装置「i-Ball」、ポータブル冷凍・冷蔵庫など約5.4トンを届けた後、ISSのゴミやアメリカの実験装置（廃棄品）など約1.9トンを積み込み、大気圏で燃焼廃棄した。

前田真紀リードフライトダイレクターは、「現在は片道切符だが実験の成果物などを少しでも持って帰ることができたらいいと思う」と今後の抱負を述べた。

ISSの下方から安全に近づくドッキング方式が米国宇宙船に採用されるなど、高い技術と安定した運用で世界が認める存在となった「こうのとり」。軌道上の物資を回収する往還機や、有人宇宙船につながる技術開発も視野に、今後も着実な運用を続けていく。

画像：JAXA/NASA

9.7

午後3時37分ごろ大気圏に再突入、不用品を燃焼焼却

▲

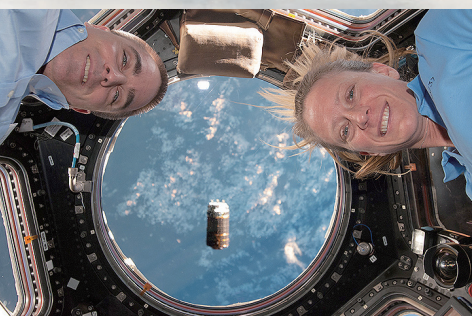
9.5

午前1時20分、ISSのロボットアームから放出。大気圏へ

▲

8.10

午前3時38分、ISSに結合し与圧部のハッチオープン。荷物を運び出し、不用品を運び込む

▲

8.9

ISSに近づく「こうのとり」を出迎えるクルー。午後8時22分、ISSロボットアームで把持

▲

2013.8.4

午前4時48分、種子島宇宙センターからH-IIBロケット4号機で打ち上げ

「国際航空研究フォーラム」の

もっと安全・快適で、環境に優しい航空機を目指して

国際航空研究フォーラム（IFAR）は航空分野の世界の公的研究機関が集って、航空が直面する課題について議論し、国際連携を図っていく組織です。2007年にIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次報告書が発表されたのを受けて、DLR（ドイツ航空宇宙研究所）のヨアヒム・ズードロック航空担当理事（当時）の提唱をきっかけに10年に設立され、現在24カ国の研究機関が参加しています。各国の公的研究機関にはその国の航空産業を育成する役割もあり、ある意味では競争関係にもあるわけですが、国境を越えた地球環境や空の安全といった問題の解決のためには協調していかなくてはいけません。そういう課題をIFARという組織の中で議論し、具体的な協力を進めていこうとしています。

中橋和博
NAKAHASHI Kazuhiro
理事
航空本部長 兼 研究開発本部長

13年8月にモスクワで行われたIFARサミットでは、JAXA航空本部の中橋和博理事が副議長に選ばれました。IFARを通じて戦略的な国際協力を推進し、その成果を社会に役立てていくJAXAの取り組みをご紹介します。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

積極的に世界と連携し空の課題に挑戦

―IFARのような組織はこれまでなかったのでしょうか。

中橋　例えばICAO（国際民間航空機関）のような航空行政に関する話し合いをする場はありましたが、研究機関が集まった組織はIFARだけですね。

―具体的にどのような活動をしているのでしょうか。

中橋　IFARが掲げるミッションは、❶世界の航空研究コミュニティーの連携、❷グローバルな課題への共通した認識や研究戦略を作り、多国間国際共同研究を実施すること、そして、❸将来的には、ICAOなどの当局に航空の課題に関する勧告や助言を行うことです。今はこのうち❶と❷に重点を置いた活動をしており、特に❷に関しては、「航空輸送の効率化」、「騒音」、「代替燃料」などの分野で、IFAR加盟機関で共有された研究枠組みの策定と具体的な研究協力の可能性について議論を進めています。また、IFARサミットといって、毎年加盟機関のトップが集まる会議を開催し、IFARの活動についてディスカッションを行っています。

―IFARに対して、JAXAはどのように取り組んでいこうとしていますか。

中橋　JAXAはIFARが設立された翌年の2011年にIFARに加盟しています。それ以来、議長のDLRや副議長のNASAなどと密な協力関係を作り、立ち上がったばかりのIFARの組織的・技術的な検討に積極的に参加してきました。また昨年秋にはJAXAがホストとしてアジア初のサミットを名古屋で開催し、17カ国から36名の参加を得て非常に活発な意見交換をしました。

　今回のモスクワのサミットでJAXAは副議長に就任したわけですが、JAXAとしてはこれを機会にIFARが持つポテンシャルを最大限に引き出して、世界の航空科学技術の発展に貢献したいと考えています。また同時に世界の技術研究や技術協力の中心に自らを位置づけることで、JAXA航空の研究開発力の強化につながることを期待しています。

―IFARでの研究協力についてJAXAとして具体的な検討はしていますか？

中橋　もちろんです。航空の世界は激しい国際競争の世界でもあるので、必然的にIFARでの技術協力は前・非競争的分野でとなるわけですが、この分野で世界の航空研究機関同士がお互いの強みや弱みを補完し合える研究協力の枠組みは非常に意義のあるものです。

　例えば代替燃料の研究は、JAXAではこれまでほとんどやってこなかったのですが、IFARでの協力が提案されたことを機会にJAXAでも研究を立ち上げています。現在航空機によるCO_2の排出量を減らすために化石燃料に替わってバイオ由来の燃料が使われ始めようとしています。このような代替燃料を使った飛行が環境にどう影響するかをIFARで協力して研究しようということで、米・NASA、独・DLR、仏・ONERA、加・NRC、

IFAR加盟国
（24カ国）

フィンランド
スウェーデン
オランダ
ドイツ
チェコ
イギリス
ポーランド
ベルギー
ハンガリー
フランス
ルーマニア
スペイン
トルコ
イタリア
オーストリア
ロシア
中国
日本
韓国
インド
カナダ
アメリカ
ブラジル
オーストラリア

IFAR INTERNATIONAL FORUM FOR AVIATION RESEARCH

今年のIFARサミットは、8月24〜28日にモスクワで開催され、22カ国のIFAR加盟機関から37名が参加

チャレンジ

JAXAなどによるワーキンググループを立ち上げ、各国の研究機関やメーカー、大学なども参加したワークショップをワシントンD.C.で開催するなど具体的な共同研究についての検討を開始しています。このような世界の多数の公的機関と、その背後にいるメーカーや大学なども共に参加する多国間の産学官連携に基づいた国際共同研究はこれまで類がなく、このような機会を得られることはJAXAや国内の航空ステークホルダーにとっても非常に意義のあることだと思います。

それから航空機はグローバルなものですから、1カ国だけで航空交通を議論しても仕方がありません。空の安全のために、技術的な観点から国際的に議論しようということで、航空交通管制についてもワーキンググループを組織しようとしており、今後IFARとして検討を進める予定です。JAXAもこの分野での研究を行っていて、今はNASAと共同研究に向けた情報交換を進めていますが、これをDLRやONERAなども含めたもっと広いIFARの枠組みで行えればと考えています。JAXAの活動がさらに広がるという意味で、非常にうれしい集まりですね。

——IFARを通して、JAXAの活動がさらにグローバルになっていきそうですね。

中橋　ぜひそうしたいと思います。今までお付き合いのなかった国々とも意見交換をし、可能なら共同研究もしていきたいと思います。IFARの枠組みで実施される多国間協力には代替燃料のように各国のメーカーや大学などに対して門戸を開くものもありますので、これまでつながりのなかった海外メーカーなどとも新たな関係を創ることができます。また日本の航空関連企業をこのIFARの国際的な研究の枠組みに招くことで、メーカーが世界に出ていく新しいチャンネルになるといいですね。そういう機会を増やすことは非常に大事で、JAXAの役割の1つでもありますから。

技術を育て、人を育て 航空機産業の発展を目指す

——これまで議長を務めてこられたズードロック氏に代わって、NASAのシン氏が議長に、そして中橋理事が副議長になるわけですが、今後IFARでどんな役割を果たしていきたいと考えていますか。

中橋　こういう集まりというのは、仲良しクラブで終わらすようなものであってはならないと思っています。さまざまな研究開発を行っている組織の集まりですから、航空の既成組織とは別の技術的な観点から、活発に意見を出し合えるような組織を目指していくべきです。長期的に見れば、航空というのはまだ新しい価値が生み出されていく分野だと思います。1970年にジャンボジェットの愛称で親しまれたボーイング747が登場して航空券の値段が格段に安くなり、気軽に海外に行けるようになった。最近ではLCC（ローコストキャリア）によって航空券はさらに安くなっている。私が小さいころには考えられなかったことです。空のモビリティをドラスティックに高めるような動きもこれから出てくるでしょう。例えば、自家用機がどんどん広まるような。そういう新しいモビリティの創出を、これからの航空技術は担っていくのです。こういった世界になった時に、環境や安全というのは欠くことができない課題ですから、お互いに技術的な面で協力し合って解決していく必要がある。その礎を創っていきたいと思っています。

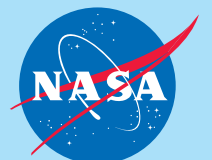
——こうした活動は人材の育成といった点からも大事なのではないでしょうか。

中橋　航空機の機体もエンジンも、今では国際共同開発が普通になっています。そういう中で、若い時から世界の人たちと交流するのは非常に大事で、将来的にはそれが資産となっていきます。ですからIFARのような国際的な場を使って、学生など若い人の育成にも力を入れていきたいと思っています。

——JAXAの中の若い研究者にとっても、海外との交流や仕事の経験はとても大事ですね。

中橋　研究者というのはいつも非常に大きなモチベーションを持って仕事をしているわけですが、その仕事が世界で認められるようになるには、若いうちから世界の人たちと交流して、今やっている研究が外から見てどういうものであるかを知ることが大事です。そういうことを意識した研究活動に取り組んでほしいと思っているので、若い人の国際的な経験の機会を増やしていきたいと思います。

世界の航空研究に成果をもたらすために JAXAのリーダーシップに期待

ジェイウォン・シン
Jaiwon Shin
NASA航空研究ミッション担当局長

JAXAが国際航空研究フォーラム（IFAR）の副議長に就任されたことを非常にうれしく思います。IFARは、世界の航空コミュニティーとしてどのような研究アジェンダを優先的に着手すべきか、各国の公的航空研究機関のトップらが有意義な意見交換を行えるプラットフォームとして他に類のない組織であり、NASAにおいても航空研究開発分野の戦略的多国間連携の推進における最も重要な場として位置付けられています。IFARの加盟機関が24に増えた現在、IFARが目指すべき次のステップは、環境、騒音、代替燃料、航空交通管制などの分野での多国間研究協力の実現だと考えています。

NASAとJAXAはこれまでも複数の有意義な協力活動を進めてきた親密なパートナーです。JAXAは、IFAR設立時から最も積極的に活動してきた組織の1つであり、昨年名古屋で開催された第3回IFARサミットの素晴らしいホストでもありました。世界の航空研究において重要な役割を担うIFARが成功を収めるよう、IFARの新しい議長として、副議長に就任されたJAXAとともに協力していくことを楽しみにしています。

医薬・生物学分野では〝in vitro〟、〝in vivo〟という言葉で実験環境が端的に表現される。vitroは試験管、vivoは生体細胞を意味するラテン語だ。最近では〝in silico〟という表現——半導体材料のシリコンから転じ「計算機シミュレーション」を意味する——もよく使われる。もし将来、宇宙実験が〝in cosmo〟と呼ばれるほど当たり前になるとするなら、その先駆けに位置づけられるような研究成果が「きぼう」日本実験棟から生まれ始めている。分子構造解析の最前線で活躍する研究者に、画期的な創薬を後押しする宇宙実験の意義を語ってもらった。

聞き手：喜多充成（科学技術ライター）

インフルエンザウイルスと戦う科学者

——先生はインフルエンザウイルスと戦っているそうですね。

朴　大きくいえば、そうなります。専門は巨大なタンパク質分子の立体構造を明らかにする構造生物学です。インフルエンザウイルスのタンパク質が長年の研究テーマの一つです。

——かなり追い詰めたとか?

朴　ウイルスが使う「道具」を無力化するヒントを見つけました。そもそもインフルエンザウイルスは、次のようなサイクルで感染を拡大します。

（1）宿主細胞の表面にくっつき、
（2）細胞の内部に侵入、
（3）細胞内のリソースを使って増殖し、
（4）宿主を破壊して飛び出す。

ウイルスは表面にトゲのような物質（タンパク質）を持っていて、細胞に「くっつい」たり、細胞から「飛び出し」たりするときにこれを使います。この表面物質の違いで、ウイルスはH1N1～H16N9の144通り（16×9）が存在し得ます。

——毎年のように新しいタイプのウイルスが登場し、新たなワクチンが必要となるのは、そのトゲがどんどん変異するからですね。

朴　特効薬とされる「タミフル」や「リレンザ」（いずれも商品名）は、そのトゲを阻害する薬剤です。よく効くクスリですが、ただ使えば使うほど耐性を持つウイルスの出現を速めることにもなってしまう。すでにタミフル耐性株が登場したという報告もあります。

——先生は異なるアプローチで?

朴　ウイルスが「増殖フェーズ」で使う、「RNAポリメラーゼ」が研究対象です。この「RNAポリメラーゼ」は、「PA」「PB1」「PB2」という3つのタンパク質から成り、それらが正しく結合して初めて増殖ツールとして機能することが分かっています。私たちのチームはその「PA」と「PB1」の、結合部分の構造を突き止めたんです。

——「結合部分」が分かると、どういいことが?

朴　結合をジャマするものを、見つけやすくなる。別のもので穴をふさぎ、道具を無力化すれば、感染のサイクルを絶てるわけです。

成実験 in cosmo

——よく市販薬のCMなどでもカギとカギ穴のようなCGが出てきますね。○○ブロッカーとか○○インヒビターとか……。

朴　実際のクスリにするのは創薬のプロである製薬メーカーの仕事ですが、出発点となるのは私たちが見つけた「構造」です。しかもこの「RNAポリメラーゼ」は144通りのウイルスのうち95％でまったく同じなんです。

——タイプによらず効く、究極の効ウイルス薬が生まれるかもしれない……。

朴　そうなんです。

「99％以上ハズレ」が当たり前の世界

——タンパク質の構造を突き止めるには、どういう手順が?

朴　まず対象となるタンパク質の「結晶」が必要です。

——結晶と聞くとまず鉱物など無機物を思い浮かべますが、タンパク質のような巨大な有機分子も結晶になるんですね。

朴　結晶が成長する条件を見出すのが非常に難しいです。タンパク質や沈殿剤の濃度や溶液のpHなどを、さまざまに変えて試行します。これには時間も手間もかかります。私が学生のころは手作りしましたが、今では約1000条件の微妙に異なる溶液をいっぺんに試せるキットが販売されていて、そうした検体を扱う自動結晶化ロボットもあります。

——とにかく数を打つ?

朴　数千、数万。ときには数十万。

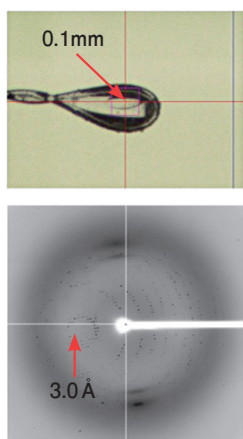
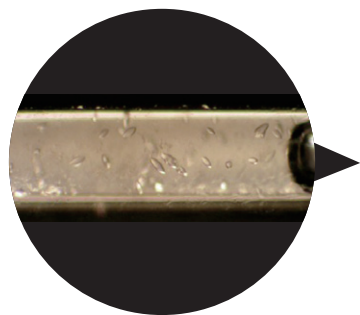
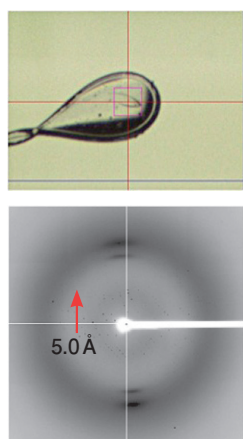
宇宙で得られた結晶

0.1mm

3.0Å

地上で得られた結晶

宇宙実験でより正確にタンパク質の構造をつかめ

宇宙実験で得られた結晶（左）と、地上で得られた結晶（右）のタンパク質結晶に、高強度のX線を当てて得られた回折像（下段）。2つを比較すると、宇宙での結晶のほうが黒い点の数が多く点像も鮮明。構造解析に必要な情報をより多く含んでおり、解像度も5.0オングストロームから3.0オングストロームと大幅に向上。つまり宇宙で得られた結晶を使うと、より正確にタンパク質の構造をつかむことができる。

でも数をこなすためには、タンパク質が大量に必要です。そのためには大腸菌の力を借りて増やさなければなりませんし、それを精製して実験に使える品質にするにも別の手間がかかります。さらに言えば、ウイルスの遺伝子のどの部分に、対象となるタンパク質の遺伝情報が書かれているのか見付けるのも大変です。それが分からないと、これらの仕事が始まらない。そこでも多くの試行錯誤をしました。

――文字どおり努力の結晶ですね。

朴　試みた90%以上で結果が出ないのが当たり前の世界です。私たちのチームは幸運にも恵まれました。

――得られた「結晶」から、構造を知るには？

朴　私が研究してきたのは、とても強いX線ビームを当てて、得られた画像を手がかりに立体構造を探る方法です。

――影絵から3D形状を復元するような？

朴　原理は違います。得られるのは影ではなく斑点のパターンですし、そのパターンから立体構造が直接読み取れるわけでもない。でも大まかにいえば、そういうことです。

――日本には筑波のフォトン・ファクトリーや播磨のSPring-8など世界に誇る放射光施設があります。

朴　結晶に当てるビームの質が高いほど、いい結果が出ます。これは日本の強みだと思います。宇宙では、地上で作れなかったような結晶ができるかもしれないし、地上で得られた結晶よりもっと大きく、もっと品質の良い結晶が期待できます。そうした良い結晶を使うと、より正確に構造が分かります。

3つの部品の合体を妨げる物質を特定せよ

ウイルスの増殖に欠かせない「RNAポリメラーゼ」の部分的な立体構造を示した分子表面の画像。RNAポリメラーゼはPA、PB1、PB2の3つの「部品」から構成されているが、それらの合体を妨げる物質があれば、ウイルス増殖を断つことができる。画像の青い部分はPAで、黄色と赤の入り混じった部分がPB1のPAとの結合部分。PB1のこの部分と似たような構造の物質が見つかれば、それは「RNAポリメラーゼ」の阻害剤として新薬の有力な候補になる。

「きぼう」がもたらす未来

人類とウイルスの総力戦に挑む
タンパク質結晶生

――逆にSPring-8のような素晴らしい放射光施設のX線ビームがあるからこそ、より良い結晶を求める意味がある？

朴　あります、あります。もっと言えば、「京」のようなスーパーコンピュータが使えるのも、ものすごいメリットです。

――スパコンも武器になる？

朴　立体構造が分かれば、それを既存の数百万個ぐらいの化合物のデータベースとマッチングさせて、候補となる物質を絞り込むわけですから、計算速度は速いほどいい。

――なるほど、答えが出るのに数カ月かかっていた問題が、数日や数時間で分かるなら、創薬プロジェクトにもはずみがつきます。

朴　そうなんです。ただ、シミュレーション計算をすれば、それなりの答えは出るんですね。でもそれが正しいかどうかは別問題です。だからこそ高い精度が問題なんです。分解能が必要なんです。

――ただ宇宙実験は、地上ほど多くの条件を試せず、試料が戻ってくるにも時間がかかるという別のハードルもあります。

朴　であったとしても、宇宙実験でさらに高品質・高分解能を目指すのは、すごく意味があることなんです。そして宇宙実験は継続して数をこなさないといけません。1個試して1個成功するようなサイエンスは存在しないし、10個上げて9個失敗しても、1個成功すれば残りの9個にも皆意味があったことになる。

――力強いお言葉です。

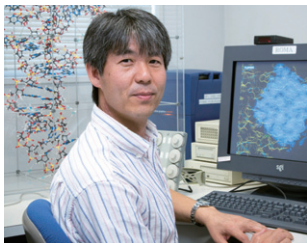
朴　いずれにしても放射光やスパコン、そして宇宙実験室がいっぺんに使える国なんて、世界でもアメリカとヨーロッパの一部の国、そして日本ぐらいです。いろんな分野の基盤技術が進歩しないと科学は前に進まない。素晴らしいことに、日本は科学者がチャレンジできる国です。そうあり続けてほしい。故郷が釜山で、留学生として日本に来た私も、なんだか居心地が良くて、気がついたらもう20年になりました。

1918～19年に起こった「スペインかぜ」の大流行は史上最悪といわれる感染爆発だった。大陸間の移動手段が船しかない時代に、世界人口の3割が感染し、5000万人以上が死亡したと言われる。人類に対するダメージの大きさから言えば「巨大隕石の衝突」なみの災厄だったかもしれない。

電子顕微鏡もなく、病原体がウイルスであることさえ分かっていなかった当時から比べれば、人類の持つ「武器」は格段に強力になった。巨大な放射光施設、スパコン、そして宇宙実験室。ウイルスの「首根っこ」を押さえる新薬を生み出す道筋は見えてきた。朴教授は言う。

「インフルエンザは天然痘（1980年に世界保健機関が根絶宣言を出した）のように克服できる疾病になるかもしれません――」

朴 三用
Sam-Yong Park
横浜市立大学大学院　生命医科学研究科
構造創薬科学研究室　教授
公益財団法人神奈川科学技術アカデミー
朴［革新的インフルエンザウイルス創薬］プロジェクト
プロジェクトリーダー

こんなところに発見! JAXA

「社会を支える汗」を宇宙技術で支えたい

クールベストの開発

試作品の数々

パイプの固定方法が大きな課題だった。「二重の布の間にはさむ」「ネットに通す」「ネットで覆う」「パイプを直接、布地に糸で縫い付ける」など多くの試作品を、冷却効果や量産性といった観点から比較検討した。

配線パターンにノウハウが

「ナスカの地上絵」「ウルトラ怪獣ダダ」「龍安寺の石庭」など、見る人によってさまざまに形容されるこの配線パターンこそが一番のノウハウ。先端宇宙服開発の過程で、必要な部分を効率よく冷却し、動きを妨げず、動いても効果が落ちないような配線パターンが練り上げられた。

医療用素材を転用 丸洗いも可

冷水を循環させる「パイプ」や「コネクタ」は医療用の輸液チューブを活用。耐久性が高く、洗濯ネットに収め、丸洗いできる。冷却水タンクとポンプを収める腰ベルトは、やはり医療用の腰部コルセットを転用した。

体に密着する形状

一般的に涼しい服を作るときには、体と衣服の間に空間を空ける。だが今回は循環冷却水の効果を損なわないよう、密着度を高めるという逆のアプローチ。布帛（ふはく）による試作品では、数十枚の型紙で精密な三次元形状が作られた。

ニット素材を特殊な縫製法で

検討の末、素材には伸縮性の高いニットが選ばれた。同時にニットの縫製は、パイプが通る空間も含めて一気に三次元形状を織り上げる「ホールガーメント」というユニークな手法を採用。この分野で世界一のノウハウを持つ株式会社島精機製作所の全面協力を得た。

想定される利用者

「幅広く暑熱環境で作業する、例えば溶鉱炉や熱処理炉前の作業、溶接作業など。あるいは、屋外の警備やスポーツ用途も。テーマパークのキャラクターにも使ってほしいですね」（JAXA三保グループ長）

開発スキーム

消防や警察、企業のユニフォームなどを手がけてきた公益財団法人日本ユニフォームセンターを中核に、帝国繊維株式会社（生産、販売）、株式会社エイ・イー・エス（循環機構）がユニットメンバーとして加わった。JAXA側は、有人宇宙環境利用プログラム・SE室が参画し、産業連携センターがコーディネートした。

試作品着用者の声

「（訓練が終わっても）これは脱ぎたくない」（化学防護服での訓練を終えた、市川市消防局の消防隊員）

「首までファスナーを閉めると効果は倍増。炎天下のサイクリングも快適でした。信号待ちの歩行者に不思議な目で見られてしまいましたが」（効果を確かめようと試着してみた、日本ユニフォームセンターの谷山さん）

開発に携わる日本ユニフォームセンターの皆さん。右から片山さやかさん、谷山洪栄さん、長野隆貴さん、渡辺聖子さん

まれにしか起きない、起こってはならない災害だからといって、備えを怠ることはできない。遠目には船外活動用宇宙服とほとんど区別がつかないNBC災害用の化学防護服をまとい、消防隊員たちは日々訓練を続けている。仕事中に脱げないのは宇宙服と同じ。そして特に夏場の訓練が過酷だ。

「脱ぐと長靴は汗の海。熱中症対策も最後の最後は隊員たちの根性と忍耐なんだそうです」（JAXA産業連携センター成果活用促進グループ長・三保和之）

消防隊員に限らず、炎天下での警備、溶接作業など暑熱環境の仕事場は多い。一方でJAXAには、次世代先端宇宙服の研究を通じ「効率よくより快適に人体を冷やす、機能性繊維による冷却下着」というノウハウの蓄積がある。地上のニーズと宇宙のシーズを結び、優れた民生品につなげる仕事こそ、まさにJAXAが為すべき事である……。

こうした考えから、「JAXAオープンラボ」という枠組みのもと、ユニフォーム製作のプロを中核としたチームを立ち上げ、製品化を指向した研究開発が2012年秋にスタートした。

密度の濃い試行錯誤を経て半年後には一定の成果を得る。それが写真のクールベスト(※)だ。開発や機能のポイントを知っていただき、どんな用途や職種がふさわしいか、ぜひ皆さんにも考えていただきたい。

※正式には「消防用冷却下着」。ただ、下着としての機能よりも冷却に比重を置いた製品開発がなされているので、本稿ではこう呼ぶことにする。

取材:喜多充成（科学技術ライター）

高校生が手作りする「君が作る宇宙ミッション」

めいめいが工夫しながらコピー用紙で作ったロケット

自ら考え、決定し、作業する

「君が作る宇宙ミッション」(略称:きみっしょん) は、JAXAの宇宙科学研究所と宇宙教育センターが主催する、高校生向けの合宿型体験学習プログラムです。夏休みを利用して全国から集まった高校生たちが、4泊5日でJAXA相模原キャンパスに合宿し、数人からなる班を組んで自分たちの宇宙ミッションを作り上げていきます。国立天文台でも1999年から「君が天文学者になる4日間」(略称:君天) という高校生向け体験プログラムを実施していますが、それを宇宙開発分野に展開したものといえます。JAXA統合前の宇宙科学研究所の主催で第1回を2003年3月に開催し、同年夏に2回目を実施。その後は毎夏1回の開催を続け、今回で12回を数えました。

「きみっしょん」では、人から「教わる」のではなく、自らの発想をベースに「自ら考え、自ら決定し、自ら作業する」ことをモットーにしています。これは研究者が答えのない課題に挑戦する「研究活動」そのものでもあります。また、班で1つのミッションを作り上げていくためのチームワークも大切にします。これもまたプロジェクト遂行にあたって大切なことです。

献身的にアドバイザー役を務めるのは延べにして高校生の倍程度の数の大学院生や職員です。高校生たちにアドバイスすることで自分自身の研鑽も積むのです。「きみっしょん」OB・OGの連携も密で、夏になると後輩たちの発表を聞きに相模原に戻ってきてくれます。普段は遠く離れて暮らす同じ志を持つ同世代が、近況を確かめ合う機会にもなっているのです。

ミッションのテーマは高校生たち自身が選びます。これまでに選ばれたテーマを見ると、宇宙移住と未踏領域探査が多く、宇宙生命探査、宇宙観光、宇宙農業などが続きます。最近は宇宙発電やデブリ回収も増えてきており、TVやマンガなど、高校生の接する情報源や世相を反映しているようです。

4班に分かれて活動した途中経過や最終成果は所内での発表会を通じて報告され、JAXA職員から、厳しく、鋭く、それでいて教育的配慮に満ちた質問が浴びせかけられます。その様子はインターネットでも中継されます。最近は「きみっしょん」の期間終了後に成果発表する機会も増えてきており、春休み期間中に開催される日本天文学会のジュニアセッションなどで発表が行われています。

無重力で炒め物を作るには

希望者数が増える一方、部屋やスタッフ数の関係で参加者の人数を20名程度に絞らなければなりません。そこで、応募者には課題について作文を書いてもらい、スタッフが書類選考しています。今回の課題は2つで、①近年、太陽系外にも多くの惑星 (系外惑星) が発見されています。もし、系外惑星に生物がいた場合、どのような姿や形、特徴を持つと考えられますか？ そのように考えた根拠を、棲んでいる惑星の環境とともに述べてください。
②あなたはJAXAの広報担当として、今年の夏休みに行う広報の企画を立てなくてはなりません。JAXAの活動のうち何を伝えたいかとともに、これまでの広報と比べ、あなたのアイデアを盛り込んだ点を明確にし、述べてください。

のどちらかを選ぶようになっていました。単に勉強ができるだけでは回答に窮するような課題ですから、選ばれた高校生たちは柔軟な発想の持ち主に違いありません。

そしていよいよ8月5日、選抜された高校生24名が全国から相模原キャンパスに集合しました。学校も学年も異なる初対面の彼らの合宿生活の始まりです。

「きみっしょん」に決められたカリキュラムは存在しません。顔合わせのアイスブレーキングから、さまざまな趣向を凝らした企画が続きます。ブレインストーミングの練習としてカレー屋さんの新メニューを考えてもらったり、歓迎会では「コピー用紙を使ってより高いロケットを作れ」という課題に取り組んでもらったり、スタッフ側のテーマ設定の自在さにも驚かされます。

興味に応じて4つの班に分かれた高校生たちが、情報収集と議論の上で最終的に選んだテーマは、①微小 (1〜10cm) デブリの発見・回収衛星、②アルゴン注入式インフレータブル巨大球面アンテナ、③複数のローバーによる固・液サンプルリターン、④無重量状態での炒め物調理器の4つ。それぞれに彼らのこだわりが見えるものとなりました。

成果発表会は研究管理棟2階の大会議場で行われました。宇宙科学シンポジウムが開かれるこの場所は、ホンモノの宇宙科学ミッションが産声を挙げる場でもあります。聞いている聴衆もホンモノの宇宙科学研究者。そこでのコメントは、挙手による質問だけでなく、文章の形でも各班宛てに届けられます。

今回私が特に気に入ったのは炒め物調理器です。会場では、地上でできることを宇宙でどうやって実現するかという観点だけでなく、無重力だからこそ初めて可能になる料理や調理法を創出してほしいと伝えました。無重力下ではドレッシングもすぐには分離せず、ソースなどの液体部分のみが下にたまることもなく、小籠包の皮を極限まで薄くすることだってできそうです。ふわふわでも潰れないので、新食感の物も開発できそうです。その上で、「それって本当に宇宙でないと実現不可能?」と考え直してみると、実は工夫すれば地上でも実現可能だったりする。それは宇宙が1つのイノベーションを創出したということになるのではないかと思うのです。これはこの班だけに当てはまることではなく、全ての班の高校生たちにも意識してもらいたかった点です。

最終発表会は合宿生活の締めくくりではありますが、残された課題の検討や最終報告書の取りまとめは帰宅してからも続きます。彼らはこれらのコメントを参考に今後も作業を続け、春の日本天文学会ジュニアセッションではさらに成長した姿を見せてくれることでしょう。そして卒業後もOB・OGとして戻ってきてくれます。これが「きみっしょん」のもう一つの喜びなのです。

●「君が作る宇宙ミッション」WEBサイト
http://www.isas.jaxa.jp/kimission/

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授／宇宙科学広報・普及主幹。専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。
内之浦宇宙空間観測所の衛星 (ほし) ヶ丘展望台で撮影したトリック写真。34mアンテナで豪快に一呑み。皆さんも内之浦にお越しの際はどうぞ。

最前線

INFORMATION 1

「宇宙の日」作文・絵画コンテスト 表彰式開催

より多くの方に宇宙活動に関心を持ってもらうために、毎年9月12日の「宇宙の日」に合わせて「全国小・中学生作文絵画コンテスト」を開催しています。今年のテーマは「宇宙のしごと」。小学生の部の作文で、宇宙航空研究開発機構理事長賞を受賞した田中凪子さんは、「ニュースキャスターNAGIY」と題して、ニュースで取り上げるトピックスの取材で、太陽系を自由自在に飛び回る様子を生き生きと描きました。9月15日に国立天文台で表彰式が行われ、JAXAからプレゼンテーターとして参加した加藤善一理事から受賞者に賞状が贈られました。

宇宙航空研究開発機構理事長賞
小学生部門　徳永紗弓さん

同賞・中学生部門
佐藤如月さん

INFORMATION 2

「だいち2号」ミッションマーク決定

「陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）」の愛称が「だいち2号」に決定したことに伴い、2013年2月から3月にかけて、複数のデザイン案の中から「だいち2号」にふさわしいと思うミッションマークを皆さまに選んでいただくキャンペーンを行いました。「だいち2号」は、地図の作成や災害状況の緊急観測、資源の調査などで多くの成果を挙げ、2011年5月に運用を終了した「だいち」の後継機で、打ち上げに向けて準備が進められている地球観測衛星です。ミッションマークは、「だいち2号」が皆さまにより身近に感じていただけるシンボルとして、関連する文書や広報活動などに使用されます。たくさんのご応募ありがとうございました。

INFORMATION 3

JAXAと東急ハンズがコラボ

人工衛星胸キュン♡カフェ期間限定オープン

9月12日の宇宙の日を記念して、JAXAが東急ハンズ渋谷店とのコラボレーションカフェを期間限定で開催しています。宇宙を身近に感じるというコンセプトのもと、漫画家の和田ラヂヲ氏がJAXAの人工衛星たちをキャラクター化した「人工衛星クラブ」の描き下ろしイラストや、人工衛星による地球画像の展示、オリジナルカフェメニューの他、宇宙にちなんだワークショップなども開催しています。ご家族やお友達をお誘いの上、お気軽にお立ち寄りください。開催期間は10月14日まで。

facebook　https://www.facebook.com/jinkoeiseiclub
スペシャルサイト　http://www.satnavi.jaxa.jp/jinkoeiseiclub

INFORMATION 4

野口宇宙飛行士が「SEATEST 2」 古川宇宙飛行士が「CAVES」訓練に参加

野口聡一宇宙飛行士は、9月の初旬から中旬にかけて「SEATEST 2」(NASA極限環境ミッション運用)に参加し、米国キーラーゴ沖の海中研究施設「アクエリアス」に滞在しました。また古川聡宇宙飛行士は、9月中旬から下旬にかけてイタリアのサルデーニャ島で欧州宇宙機関(ESA)が実施した「CAVES」(洞窟内を利用したチーム行動能力向上訓練)に参加しました。いずれの訓練も、潜水施設や洞窟内といった隔離された状態で、集団で数日間にわたって生活しながらミッションを遂行していきます。リーダシップや自己管理能力、異文化・経験の枠を超えたチームワーク形成能力やコミュニケーション能力の向上を目的に行われるもので、ISS長期滞在時には必要不可欠な能力です。野口宇宙飛行士は、有人探査を模擬した条件下でEVAタスク(サンプル採取の最新手法やツール類の操作方法など)を評価する海底訓練を行い、古川宇宙飛行士は、人工光での洞窟の測量、地質調査、微生物採取、気象データ収集、通信機器の試験などのミッションを行いました。両宇宙飛行士とも帰還した後は、収集したデータとサンプルの整理作業や、チームディスカッション、活動報告などを行います。

上/EVA中の野口宇宙飛行士
画像:NASA/JAXA/FIU
下/洞窟内で訓練中の古川宇宙飛行士(右端)ら6名のチーム
画像:JAXA/ESA-V. Crobu

INFORMATION 5

NASA ボールデン長官が来日

米国航空宇宙局(NASA)チャールズ・ボールデン長官が9月19日に行われたプレス向けのJAXA理事長会見にゲスト登壇しました。ボールデン長官は、この日に行われたオービタルサイエンス社のシグナスによる国際宇宙ステーション輸送打ち上げ成功に言及。「こうのとり」の近傍通信システム技術が搭載されたことを挙げ、NASAとJAXAの歴史的な協調関係が背景にあることから日米の民間の間での連携が可能であったことを紹介しました。また米国が掲げる小惑星や火星への将来有人到達ミッションに関し、サンプルリターンを果たした「はやぶさ」ミッションの功績や知見をたたえ、次機「はやぶさ2」のデータなども、引き続き自分たちの計画に技術的に活用したい旨を述べました。最後に、11月にソユーズ宇宙船に搭乗する若田宇宙飛行士に対しては、「日本の宇宙開発の歴史を書き換えることになると思う」と活躍への期待を寄せました。

奥村理事長(右)とボールデン長官(左)

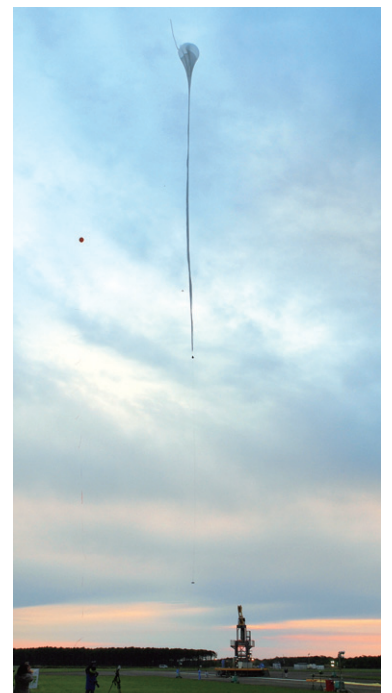
INFORMATION 6

無人気球到達高度の世界記録更新

9月20日、大樹航空宇宙実験場において「超薄膜高高度気球の飛翔性能試験(BS13-08)」を実施し、到達高度53.7kmを記録しました。この記録は、2002年5月に当時の文部科学省宇宙科学研究所が放球した超薄膜高高度気球(厚さ3.4μmのポリエチレンフィルム製、満膨張体積60,000㎥/直径53.7m)の到達高度53.0kmを越えるもので、無人気球到達高度の世界記録を更新しました。今回の実験で、新たに開発した世界で最も薄い気球用フィルムである厚さ2.8μmのポリエチレンフィルムを用いて、設計・製作・放球の一連のプロセスの妥当性を実証することができました。

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.052

発行責任者●JAXA(宇宙航空研究開発機構)
広報部長 寺田弘慈
編集制作●一般財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー
2013年10月1日発行

NEWS

JAXAシンポジウム2013 in 東京

新生JAXAが目指す未来

インターネットライブ中継のお知らせ

画像:JAXA/NASA

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、2013年10月に創立10周年を迎えます。宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所、宇宙開発事業団が１つになり、宇宙航空分野の基礎研究から技術開発・実証に至るまで一貫して行うことのできる機関として歩んできましたが、これからの10年は、「技術力で社会課題を解決し、技術革新によって人類の夢と希望を創出する」という新たな使命のもと、さらなる進化を目指します。

生まれ変わったJAXAを広く知っていただくためにシンポジウムを開催しますので、皆さまのご来場をお待ちしております。シンポジウムの模様はインターネットでのライブ中継も予定しております。

ライブ中継はJAXAウェブサイトでご案内いたします。

http://www.jaxa.jp/

日時　2013年10月7日（月）　18時30分～
会場　メルパルク東京

プログラム概要

JAXA創立10周年にあたって～新生JAXAの姿
奥村直樹（JAXA理事長）

パネルディスカッション
テーマ／**新生JAXAが目指す未来**
コーディネーター：室山哲也 氏（NHK解説主幹）
パネリスト：岩野和生 氏（独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター 上席フェロー）
池谷 浩 氏（政策研究大学院大学 特任教授）
高松聖司 氏（アリアンスペース社 東京事務所 代表）
米本浩一 氏（九州工業大学 教授）
遠藤 守（JAXA理事）
山本静夫（JAXA理事）

※プログラムは変更になる場合があります。

「JAXA's」配送サービスをご利用ください。

ご自宅や職場など、ご指定の場所へJAXA'sを配送します。本サービスご利用には、配送に要する実費をご負担いただくことになります。詳しくは下記ウェブサイトをご覧ください。
http://www.jaxas.jp/

●お問い合わせ先
一般財団法人日本宇宙フォーラム
広報・調査事業部 「JAXA's」配送サービス窓口
TEL:03-6206-4902

空へ挑み、宇宙を拓く
JAXA 宇宙航空研究開発機構 Japan Aerospace Exploration Agency

広報部　〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650　FAX:03-3258-5051

JAXAウェブサイト　http://www.jaxa.jp/
メールサービス　http://www.jaxa.jp/pr/mail/
JAXA's配送サービス　http://www.jaxas.jp/